

DE4230603-C1

Controlling switchgear with protection against faulty switching in switch panels assigning operating unit to each switchgear item in switching system of electrical power distribution system to identify its condition

Control units (0.1 - 0.4) are provided and, if a command is received for controlling, e.g. a circuit breaker or an isolator, a test is undertaken to determine whether it is permitted, based on the switchgear, the panel and the system-related interlocking conditions. The switchgear condition identified in an operating unit (1.15-5.21) is made known using the data transmission network of all the other operating units (1.15-5.21). If a command for the control of the associated switchgear is supplied to an operating unit, the interlocking conditions are tested and the command is rejected if this is not permitted. When the command is identified as reliable, the operating unit assumes an active condition. Based on the data received, a test is carried out to determine whether at least a second operating unit is active. Also if command is permitted on the basis of stored double operation conditions. In the event of a conflict, stored data determines which switch command has priority.; All operating conditions of switching system can be processed totally for control and interlocking, taking account of coming evaluations and change-over of data, without central component for several switchgear items being actively concerned.

BEST AVAILABLE COPY



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 42 30 603 C 1

57 int. Cl.⁵:
H 02 H 11/00
H 02 H 7/22
H 02 J 13/00

21 Aktenzeichen: P 42 30 603.5-32
22 Anmeldetag: 12. 9. 92
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 24. 3. 94

DE 42 30 603 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

73 Patentinhaber:
ABB Patent GmbH, 68309 Mannheim, DE

72 Erfinder:
Kreuter, Konrad, Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., 6945
Hirschberg, DE

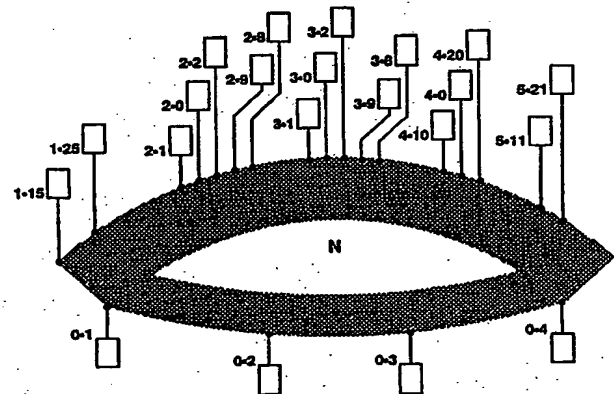
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 41 37 489 A1
EP 02 55 505 B1
EP 01 03 151 B1
EP 01 03 137 B1

DE - Elektrizitätswirtschaft, 1991, H.23, S.1275;

54 Verfahren und Einrichtung zum schaltfehlergeschützten Steuern von Schaltgeräten einer Schaltanlage

57 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Einrichtung zum Steuern von Schaltgeräten in Schaltfeldern einer Schaltanlage. Ohne eine aktive, ausfallgefährdete zentrale Komponente wird der notwendige Signalfluß zwischen den Schaltgeräten untereinander und gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung auch mit Steuerplätzen über ein redundant auslegbares passives Datenübertragungsnetzwerk (N) geleitet. Den Schaltgeräten ist jeweils eine Geräteeinheit (1.15 bis 5.21) zugeordnet, die den Zustand des Schaltgerätes erfaßt und den übrigen Geräteeinheiten über das Netzwerk (N), an das alle Geräte angeschlossen sind, mitteilt. Den Steuerplätzen ist gleichartig jeweils eine Steuereinheit (0.1 bis 0.4) zugeordnet, die den Zustand des Platzes erfaßt und den übrigen Einheiten ebenfalls über das Netzwerk mitteilt. Wenn ein Steuerbefehl für ein Schaltgerät vorliegt, erfolgt zunächst eine Zulässigkeitsprüfung anhand von geräte-, feld- und anlagenbezogenen Verriegelungsbedingungen. Bei Zulässigkeit der Schalthandlung wird das Schaltgerät in einen "aktiv"-Zustand versetzt, der den übrigen Schaltgeräten mitgeteilt wird. Erst nach Eintreffen erneuter Meldungen aus den anderen Schaltgeräten wird abschließend geprüft, ob die Schalthandlung den Bedingungen der Doppelbetätigungssperre entspricht. Ist dies der Fall, wird der Schaltbefehl ausgeführt.



DE 42 30 603 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum schaltfehlergeschützten Steuern von Schaltgeräten in Schaltfeldern einer Schaltanlage in einer elektrischen Energieverteilungsanlage gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Außerdem bezieht sich die Erfindung auf eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Das Verfahren und die zugehörige Einrichtung werden üblicherweise als Schaltfehlerschutz bezeichnet. Der Schaltfehlerschutz ist der wichtigste Teil der Aufgabe einer Steuerungseinrichtung, die Veränderung eines bestimmten Ist-Zustandes in einen gewünschten Soll-Zustand in einer Schaltanlage zu bewirken. Die Steuerungseinrichtung in einer Schaltanlage besteht in der Regel aus schaltgeräbezogenen, aus feldbezogenen und aus anlagenbezogenen Einrichtungen. Die schaltgeräbezogenen Einrichtungen sind in einem Gehäuse am Schaltgerät selbst untergebracht. Die feldbezogenen Einrichtungen sind in der Regel in einem Steuerschrank oder einem Relaishaus vor Ort, die anlagenbezogenen Einrichtungen in zentralen Relaishäusern oder im Betriebsgebäude untergebracht.

Bekannte Einrichtungen für den Schaltfehlerschutz in einer Hochspannungsschaltanlage sind als feldbezogene Einrichtung üblicherweise in einem Steuerschrank untergebracht. Sie tauschen die notwendigen Daten mit den anlagenbezogenen Einrichtungen über bidirektionale Busleitungen aus, die auch als Lichtleiter ausgeführt sein können. Auch der Datenaustausch mit den Einrichtungen in anderen Feldern wird so vollzogen. So z. B. in Einrichtungen, die in den Druckschriften EP 01 03 137 B1 und EP 01 03 151 B1 beschrieben sind. Der Datenaustausch zwischen der feldbezogenen Einrichtung und den zum Feld gehörenden schaltgeräbezogenen Einrichtungen wird dort noch herkömmlich über Drahtleitungen vorgenommen. Für jedes einzelne binäre Signal ist jeweils eine eigene Drahtleitung notwendig; für Steuersignale, die potentialfrei übertragen werden müssen, sind sogar jeweils zwei Drahtleitungen pro Signal erforderlich. Abgesehen vom hohen Verdrahtungs- und Verkabelungsaufwand haben solche Drahtleitungen auch noch den Nachteil, daß über sie elektromagnetische Störsignale von der Hochspannungsschaltanlage zu den Steuerungseinrichtungen übertragen werden. Sind in diesen, wie heute üblich, elektronische oder mikroprozessorgestützte Betriebsmittel verwendet, so sind aufwendige Schirmungsmaßnahmen gegen diese Störsignale notwendig.

Aus der EP 02 55 505 B1 ist eine Einrichtung zur Steuerung und Überwachung einer elektrischen Energieverteilungsanlage bekannt, welche die zuvor genannten Nachteile vermeidet. Sämtliche gerätbezogenen Einrichtungen eines Schaltfeldes, dort Schaltgeräteeinrichtungen genannt, sind durch bidirektionale Lichtwellenleiter miteinander verbunden, die an eine in der Schaltstation befindliche Steuer- und Überwachungseinheit, eine feldbezogene Einrichtung, mit einem Mikroprozessor pro Schaltfeld angeschlossen sind, wobei die Umsetzung der digitalen Signale in den Schaltgeräteeinrichtungen erfolgt, und die elektrischen Signale zur Steuerung des jeweiligen Schalters und die Rückmeldung an die Steuer- und Überwachungseinheit von einem in der gerätbezogenen Einrichtung vorhandenen Mikroprozessor vermittelt wird. Die eigentlichen Melde-, Meß- und Schutzfunktionen werden in der Schaltstation von einer Steuer- und Überwachungseinheit, der feldbezogenen Einrichtung, wahrgenommen und ver-

antwortet.

In dieser feldbezogenen Einrichtung werden sämtliche Steuerbefehle, von der Fernwirkanlage kommende, von der Schaltwarte der Schaltstation kommende oder von den Schaltgeräteeinrichtungen kommende Steuerbefehle, nach gespeicherten Programmen, z. B. Kontrolle Schaltfehlerschutz, Schaltautomatik, Schaltverriegelung, Synchronisierung, ausgewertet und umgesetzt. Gleichmaßen werden die Rückmeldungen verarbeitet und zur Anzeige und Protokollierung gegebenenfalls an stationsbezogene Einrichtungen weitergeleitet.

Nachteilig ist bei dieser bekannten Einrichtung jedoch noch die Konzentration der Auswertung und Umsetzung von Informationen über die Schaltgeräte und die Steuerbefehle nach gespeicherten Programmen in einer einzigen zentralen Einrichtung pro Schaltfeld, und zusätzlich einer einzigen zentralen Einrichtung pro Schaltanlage für sammelschienenbezogene Auswertung und Umsetzung von Informationen. Der Ausfall solcher zentralen Einrichtungen entzieht jeweils alle ihr zugeordneten Komponenten der Kontrolle und der Steuerung. Redundante Auslegungen solcher Einrichtungen erfordern mehr als den doppelten Aufwand für Geräte und Leitungsverbindungen.

Ausgehend von der EP 02 55 505 B1 liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens anzugeben, durch die in allen Betriebszuständen einer Schaltanlage sämtliche für die Steuerung und die Verriegelung in Betracht kommenden Auswertungen und Umsetzungen verarbeitet werden können, ohne daß irgend eine für mehrere Schaltgeräte zentrale Komponente aktiv daran beteiligt ist. Das Verfahren soll ergänzbar sein durch eine fehlergeschützte Schalthoheits-Zuteilung.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale im Anspruch 1 gelöst.

Außerdem wird die Aufgabe gemäß Patentanspruch 4 gelöst durch eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Eine im Patentanspruch 2 angegebene vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens bezieht sich auf den Einbezug einer fehlergeschützten Schalthoheits-Zuteilung in das Gesamtverfahren.

Eine im Patentanspruch 3 angegebene vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens bezieht sich auf die Behandlung von Störfallsituationen.

Vorteile der Erfindung und ihrer Ausgestaltungen bestehen u. a. darin, daß neue kostengünstige Konzeptionen für Schaltfehlerschutzeinrichtungen ermöglicht werden. So können durch Verzicht auf eine feldbezogene Datenverarbeitungseinrichtung die üblichen Steuerschranken je Feld entfallen. Die Funktionen der regelmäßig mit Steuerschranken verbundenen Anzeige- und Bedieneinrichtungen könnten z. B. mobile, anschließbare Bedienstellen übernehmen.

Ein dem erfindungsgemäßen Verfahren ähnliches Verfahren ist in der (ältere Anmeldung) DE 41 37 489 A1 beschrieben. Das dort vorgeschlagene Schaltfehlerschutz-Verfahren vermeidet zwar eine Zentraleinrichtung für eine gesamte Schaltanlage, indem autarke Feldeinheiten je Schaltfeld angeordnet werden, wodurch aber noch für mehrere Schaltgeräte eines Schaltfeldes gemeinsame Komponenten in Form der Feldeinheiten benötigt werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Konfiguration einer Schaltanlage,

Fig. 2 Anordnung von Geräteeinheiten und Steuereinheiten, verbunden durch ein Datenübertragungsnetzwerk.

Fig. 1 zeigt beispielhaft die Konfiguration einer Schaltanlage. Gezeigt sind fünf Schaltfelder 1 bis 5 in einer Doppelsammelschienenkonfiguration, wobei die Sammelschienen mit I und II bezeichnet sind. Das Schaltfeld 1 umfaßt Sammelschienen der Q15 und Q25. Die Schaltfelder 2 und 3 dienen zur Anschaltung von Zu- oder Ableitungen an die Sammelschienen I und II. Sie umfassen jeweils einen Leistungsschalter Q0, Trennschalter Q1, Q2, Q9 und die Erdungsschalter Q8, Q51 und Q52. Das Schaltfeld 4 ermöglicht die Kupplung der Sammelschienen I, II über einen Leistungsschalter Q0 und Trennschalter Q10 und Q20. Es sind außerdem Erdungsschalter Q51 und Q52 vorhanden. Das Schaltfeld 5 umfaßt Trennschalter Q11 und Q21, mit denen jeweils ein benachbarter weiterer Sammelschienenabschnitt angekuppelt werden kann, dem weitere Schaltfelder der Schaltanlage zugeordnet sind.

Jedem Schaltgerät, also jedem Leistungsschalter, Trennschalter und Erdungsschalter, ist eine Funktionseinheit zugeordnet, welche die Steuerung des Schaltgerätes eines Schaltfeldes als Aufgabe hat. Eine solche Funktionseinheit wird im Folgenden als Geräteeinheit 1.15 bis 5.21 (vgl. Fig. 2) bezeichnet. Der Geräteeinheit werden alle Signale zugeführt, die für das Erkennen des Zustandes der von ihr zu kontrollierenden Schaltgeräte notwendig sind.

Die Geräteeinheit ist die Instanz, welche den tatsächlichen Gerätezustand aufgrund der ihr zugeführten diskreten elektrischen Signale von Signalgebern der ihr zugeordneten Geräte erkennen und verarbeiten kann. Ihr werden gegebenenfalls auch diskrete elektrische Signale als Befehle zum Schalten dieser Geräte zugeführt, wenn die Baueinheit, in welcher die Geräteeinheit untergebracht ist, Signalgeber dazu vorsieht, z. B. Drucktaster für das Ein- und Ausschalten.

Wenn im Zusammenhang mit dem Begriff Geräteeinheit von dieser zugeordneten Schaltgeräten (Mehrzahl) gesprochen wird, so sind in der Regel höchstens zwei solcher Schaltgeräte gemeint, etwa Q10 und Q51 im Feld 4, und zwar genau dann, wenn aus konstruktiven Gründen Trenner und Arbeitserder eine Einheit bilden, für die es auch nur einen Geräteantriebskasten oder ein sonstwie bezeichnetes Gehäuse gibt, worin die Umsetzung der gerätebezogenen Signale erfolgt. Der Klarheit der Aussagen wegen wird nachfolgend jedoch nur von jeweils einem Schaltgerät pro Geräteeinheit gesprochen, auch wenn im konkreten Ausführungsfall die eben erwähnte Kombination zweckmäßigerweise verwendet wird, auch wenn aus anderen konstruktiven Gründen in einem solchen Gehäuse Signale mehrerer Schalter umgesetzt werden.

Die Geräteeinheit ist die Instanz, der von außen gegebenenfalls Schaltbefehle für das ihr zugeordnete Schaltgerät zugeführt werden. Nur die Geräteeinheit gibt Signale an das Schaltgerät ab, wenn dessen Zustand sich ändern soll, wenn geschaltet werden soll. Die Geräteeinheit ist damit die Instanz, welche die Verriegelungsbedingungen beachten kann und muß, um Schaltbefehle zuverlässig ausführen zu können. Sie muß Schaltbefehle zurückweisen, wenn deren Ausführung auch nur eine der Verriegelungsbedingungen verletzen würde.

Die Aufgaben für die Geräteeinheit sind vielfältig und komplex. Es ist Stand der Technik, diese Aufgaben von Mikroprozessoren bearbeiten zu lassen, die wesentlicher Bestandteil dieser Funktionseinheit sind. Die zu

beachtenden Verriegelungsbedingungen sind in Teilen des Speichers hinterlegt, die den Mikroprozessoren der Geräteeinheit zugeordnet sind.

Ein Teil der Verriegelungsbedingungen ist gerätebezogen. Beispielsweise darf ein Schaltbefehl für einen Trenner dann nicht ausgeführt werden, wenn eine Handkurbel zum manuellen Bewegen des Schalters gesteckt ist, was der Geräteeinheit über ein entsprechendes Signal mitgeteilt wird. Ein mit Servounterstützung ausgerüstetes Schaltgerät, beispielsweise ein Leistungsschalter, darf nur dann einen Schaltbefehl erhalten, wenn die Servokraft auch vorhanden ist. Entsprechende Signale werden der Geräteeinheit mitgeteilt. Sie hat diese Signale anhand der ihr bekannten gerätebezogenen Verriegelungsbedingung zu prüfen und diesen Bedingungen entgegenstehende Schaltbefehle von außen zurückzuweisen. Dies kann die Geräteeinheit ohne Hilfe von außen tun, da sie den Zustand des von ihr gesteuerten Schaltgerätes kennt. Wären nur die gerätebezogenen Verriegelungsbedingungen zu beachten, könnte die Geräteeinheit völlig autark arbeiten und ihr zugeführte Schaltbefehle zuverlässig ausführen oder gegebenenfalls zurückweisen.

Aus Tafel 1 auf Seite 1275 von Heft 23/1991 der Zeitschrift Elektrizitätswirtschaft ist eine Realisierungsmöglichkeit für einen Teil der Funktionen einer hier beschriebenen Geräteeinheit zu entnehmen, nämlich die Steuerung und Überwachung eines Trenners in einer Hochspannungsschaltanlage. Als Ergebnis der Überwachung aller relevanten Signale hinterlegt dort ein Programm-Modul Schaltersteuerung Informationen über den Zustand des Schaltgerätes in überprüfter und verdichteter Form im Speicher des Mikroprozessors zur Weiterverarbeitung durch andere Programm-Module bzw. Funktionseinheiten.

Zyklisch oder spontan wird der erkannte und gespeicherte Zustand des Schaltgerätes von der Geräteeinheit mit Hilfe der Dienste eines Datenübertragungsnetzwerkes ohne Zutun irgend einer zentralen Instanz allen anderen an das Netzwerk angeschlossenen Geräteeinheiten bekannt gemacht. Bekannte Netzwerke erlauben es, alle diese Informationen mehr als ausreichend oft allen angeschlossenen Einheiten zukommen zu lassen, ohne daß dadurch merkbare oder gar unzulässige zeitliche Verzögerungen bei der Datenübertragung auftreten. Verfügbare Speicherbausteine erlauben es den Geräteeinheiten, alle diese Informationen zu speichern, ohne daß deshalb merkbarer oder gar unzumutbarer zusätzlicher Aufwand notwendig ist.

Wird ein Befehl zum Steuern des Schaltgerätes von außen der Geräteeinheit zugeführt, so reicht es im normalen Betrieb einer Schaltanlage nicht aus, die gerätebezogenen Verriegelungsbedingungen zu prüfen. Zusätzlich sind feldbezogene Verriegelungsbedingungen und anlagenbezogene Verriegelungsbedingungen zu prüfen und zu beachten.

Bekannte Verfahren weisen die Aufgabe der Prüfung und Beachtung der feldbezogenen Verriegelungsbedingungen einer heute allgemein als Feldeinheit bezeichneten Funktionseinheit zu, die einmal pro Schaltfeld vorhanden ist. Sie weisen gegebenenfalls die Aufgabe der Prüfung und Beachtung der anlagenbezogenen Verriegelungsbedingungen einer entsprechend als Anlagen-einheit bezeichneten Funktionseinheit zu, die einmal pro Anlage vorhanden ist. Erfindungsgemäß soll es solche zentralen Komponenten, wie es die Feldeinheiten und die Anlageneinheit sind, nicht geben, also nicht als nur einmal vorhandene Funktionseinheiten, deren Aus-

fall jeweils ein ganzes Schaltfeld oder gar die gesamte Schaltanlage der Steuerung und Überwachung entzogen würde.

Die Aufgabe der Prüfung und Beachtung von feldbezogenen und anlagenbezogenen Verriegelungsbedingungen wird den einzelnen Geräteeinheiten übertragen.

Wird ein Befehl zum Steuern des Schaltgerätes zugeführt, so werden die gerätebezogenen Verriegelungsbedingungen geprüft; der Befehl wird zurückgewiesen, wenn er diesen zufolge unzulässig ist, anderenfalls werden die feldbezogenen Verriegelungsbedingungen geprüft; der Befehl wird zurückgewiesen, wenn er diesen zufolge unzulässig ist; es werden gegebenenfalls auch die anlagenbezogenen Verriegelungsbedingungen geprüft, Befehle, die diesen zufolge unzulässig sind, werden zurückgewiesen.

Fig. 2 zeigt ein Datenübertragungsnetzwerk N, an das Geräteeinheiten 1.15 bis 5.21 und Steuereinheiten 0.1 bis 0.4 angeschlossen sind.

Jede Geräteeinheit 1.15 bis 5.21 ist eindeutig einem Schaltgerät Q in der Schaltanlage und damit außerdem eindeutig einem Feld 1 bis 5 in der Schaltanlage zugeordnet. So sind gemäß dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel die Geräteeinheiten in Fig. 2 jeweils einem Schaltgerät in Fig. 1 zugeordnet, beispielsweise die mit 1.15 bezeichnete Geräteeinheit dem mit Q15 in Feld 1 bezeichneten Schaltgerät, die mit 2.0 bezeichnete Geräteeinheit dem mit Q0 in Feld 2 bezeichneten Schaltgerät. Die vor dem Punkt stehende Ordnungsziffer in der Bezeichnung einer Geräteeinheit in Fig. 2 gibt somit die Nummer des Feldes wieder, dem die Geräteeinheit bzw. ihr zugehöriges Schaltgerät zugeordnet ist, die nach dem Punkt stehende Ordnungsziffer gibt die Ordnungsnummer des Schaltgerätes selbst wieder. Geräteeinheiten in Fig. 2 sind demnach die beginnend mit 1.15 und endend mit 5.21 bezeichneten Objekte, zugeordnet den Feldern 1 bis 5 in Fig. 1. Die Art und Weise der Bezeichnung von Schaltgeräten und von Geräteeinheiten ist hier beispielhaft, jede Geräteeinheit muß jedoch ihre Zuordnung zu einem bestimmten Schaltfeld kennen, die Zuordnung anderer Geräteeinheiten zu deren Schaltfeldern kennen und dementsprechend die ihr über das Netzwerk mitgeteilten Informationen geräte- und feldbezogen verwalten können.

Jede Geräteeinheit kennt aus den ihr über das Netzwerk mitgeteilten Informationen den Zustand jedes anderen zur Schaltanlage gehörenden Schalters, kennt deren Zuordnung zu den verschiedenen Schaltfeldern. Die Geräteeinheit hat daher Zugriff auf diese in dem ihr zugeordneten Speicher hinterlegten Informationen. Sie kann gegebenenfalls die feldbezogenen Verriegelungsbedingungen für das Feld prüfen, dem sie selbst zugeordnet ist, da sie den Schaltzustand aller zum Feld gehörenden Schalter und damit des Schaltfeldes kennt. Wären wegen der Zuführung eines Befehles nur die feldbezogenen Verriegelungsbedingungen zu beachten, könnten die Geräteeinheit völlig autark arbeiten und ihr zugeführte Schaltbefehle zuverlässig ausführen oder gegebenenfalls zurückweisen.

Damit eine Geräteeinheit den an sie gerichteten Befehl zum Steuern des ihr zugeordneten Schaltgerätes auch tatsächlich sicher ausführen kann, muß die Schaltanhandlung nicht nur zum Zeitpunkt der Prüfung den Verriegelungsbedingungen entsprechend erlaubt sein. Es muß darüber hinaus sichergestellt sein, daß sie auch erlaubt bleibt, bis das angesteuerte Schaltgerät seine gewünschte neue Stellung erreicht und gemeldet hat. Schaltanhandlungen sollen deshalb zeitlich streng nach-

einander vorgenommen werden. Die Mitteilung des jeweils aktuellen Schaltzustandes an die anderen Geräteeinheiten ermöglicht zwar die Prüfung der Verriegelungsbedingungen, garantiert aber nicht, daß ein Schaltzustand des Feldes, der ein Schalten zuläßt, auch bis zum Abschluß einer Schaltanhandlung unverändert bleibt. Dies ist nur durch ein zusätzliches Verfahren sicherzustellen, welches üblicherweise als Doppelbetätigungssperre bezeichnet wird. Notwendig und hinreichend für dieses Verfahren ist, zugleich mit der Information über den Schaltzustand des Gerätes auch eine Information über den Aktivierungszustand den anderen Geräteeinheiten zukommen zu lassen.

Eine Geräteeinheit sei als "aktiv" bezeichnet von dem Zeitpunkt an, zu welchem sie einen ihr zugeführten Schaltbefehl erkannt hat, bis zu dem Zeitpunkt, an welchem sie entweder den Abschluß einer von ihr als Reaktion auf den Befehl angeregten Schaltanhandlung erkannt hat, oder den Schaltbefehl zurückgewiesen hat, weil er die Verriegelungsbedingungen verletzen würde. Zu jeder anderen Zeit sei die Geräteeinheit als passiv bezeichnet. Die erforderliche Doppelbetätigungssperre ist dann wirksam, wenn zum Zeitpunkt der Anregung einer Schaltanhandlung durch die Geräteeinheit nur diese allein aktiv ist, alle anderen Geräteeinheiten der noch zur Schaltanlage gehörenden Schaltgeräte aber passiv sind. Um dies zu erreichen, kann wie folgt vorgefahren werden:

Jede Geräteeinheit teilt über das Netzwerk allen anderen Geräteeinheiten beispielsweise jeweils zusammen mit der Information über den aktuellen Zustand des Schalters mit, ob sie gerade aktiv oder passiv ist. Ein Wechsel von passiv zu aktiv ist der Geräteeinheit nur dann erlaubt, wenn sich bis zu diesem Zeitpunkt noch keine andere Geräteeinheit aktiv gemeldet hat. Könnten die Informationsverarbeitung und die Datenübertragung ohne Zeitverbrauch stattfinden, wäre damit eine Doppelbetätigungssperre bereits verwirklicht. Da dies nicht möglich ist, muß Zusätzliches beachtet werden. Hat sich eine Geräteeinheit nach dem Empfang eines Schaltbefehles aktiv gemeldet, weil sie damit augenblicklich die einzig aktive wäre, so darf sie die Ausführung des Befehles erst dann beginnen, wenn sie nach ihrer eigenen Meldung von allen anderen angeschlossenen Geräteeinheiten wiederum gemeldet bekommen hat, daß keine andere aktiv ist.

Die Zeit, die bis dahin vergeht, ist beim Einsatz heute bekannter Netzwerke so gering, daß diese Verfahrensweise keine merkliche Verzögerung einer Befehlsausführung bedeutet. Es kann wegen der absoluten Autarkie der einzelnen Geräteeinheiten dennoch vorkommen, daß eine sich aktiv meldende Geräteeinheit von einer anderen Geräteeinheit deren Aktivmeldung empfängt. Auch dieser Konfliktfall ist lösbar. Schaltanlagen bestehen aus einer genau bekannten Anzahl von Schaltgeräten. Diese sind aus Gründen, die den Betrieb der Schaltanlage angehen, stets eindeutig identifiziert, genauso auch die Geräteeinheiten als Endgeräte am Netzwerk. Es kann daher zweckmäßigerweise eine Prioritätsfolge vereinbart werden, so daß im Konfliktfalle die Geräteeinheit mit der höheren Priorität aktiv bleiben und den Schaltbefehl ausführen kann, während die andere den empfangenen Schaltbefehl jetzt zurückweisen muß und wieder passiv werden muß.

Der Datenaustausch zwischen den Geräteeinheiten zur gegenseitigen Information über den Schaltzustand der Schaltgeräte und über die Absicht, einen Befehl auszuführen, ist in einer Art und Weise zu organisieren, die sicherstellt, daß wirklich aktuelle Informationen zur

Verfügung stehen. Es ist in diesem Zusammenhang unerheblich, ob die Datenübertragung in regelmäßigen zeitlichen Abständen (zyklisch) oder aber jeweils als Folge eines Ereignisses (spontan) erfolgt. Wichtig ist allein, daß eine Geräteeinheit zu jeder Zeit sicher sein kann, von allen angeschlossenen anderen Geräteeinheiten aktuelle Informationen zu besitzen. Genau diese Information kann beispielsweise auch schon daraus geschlossen werden, daß die betreffenden Geräteeinheiten in Betrieb sind und ihre ihnen zukommende Aufgabe wahrnehmen. Das wiederum können die Dienste, die für die Kommunikation über das Netzwerk von jeder Geräteeinheit benutzt werden, schon signalisieren, wenn eine Geräteeinheit mittels eines Datenübertragungskanales an das Netzwerk angeschlossen ist. In die Verriegelungsbedingungen oder aber in die Gesamtheit aller Bedingungen, die vor der Ausführung eines Schaltbefehles von der Geräteeinheit zu überprüfen sind, können auch solche Bedingungen aufgenommen werden, die ein vorherbestimmtes Verhalten der einzelnen Schaltfelder auch dann sicherstellen, wenn einzelne Geräteeinheiten einer Schaltanlage zu irgend einer Zeit keine Daten mehr senden, oder aber erstmals bzw. nach einer Pause wieder Daten über das Netzwerk senden. So ist schließlich die vollständige Autarkie jeder einzelnen Geräteeinheit möglich. Das zuverlässige Steuern von Schaltgeräten unter Beachtung aller Verriegelungsbedingungen und etwaiger zusätzlicher Bedingungen ist ohne eine ausfallgefährdete zentrale Komponente für alle Schaltgeräte möglich, deren Geräteeinheit bestimmungsgemäß arbeitet.

Ein Beispiel für ein Datenübertragungsnetzwerk, das die für das Verfahren notwendigen Leistungsmerkmale aufweist, ist eine Datenübertragung nach IEEE 802.3 (Ethernet). Netzwerke nach diesem Standard benötigen selbst keine zentralen Komponenten. Die Datenübertragungswege können redundant, z. B. doppelt aufgebaut werden, um auch bei Zerstörung einzelner solcher Wege die Kommunikation aller an das Netzwerk angeschlossenen Einheiten untereinander vollständig aufrecht erhalten zu können. Mit heute schon verfügbaren Single Chip Ethernet Controllern können Mikroprozessoreinheiten gebaut werden, die alle notwendigen Übertragungskanäle bereits auf der Prozessorplatine haben (siehe Seite 14 im Heft 27/1992 der Zeitschrift Markt & Technik). Damit sind Geräteeinheiten mit den für das hier beschriebene Verfahren notwendigen Eigenschaften verfügbar. Werden darüberhinaus für die Datenübertragungswege Lichtwellenleiter eingesetzt, so können über diese selbst keine elektromagnetischen Störsignale in die Geräteeinheit eindringen, sind Abschirmungen hier nicht erforderlich.

Es kann zweckmäßig sein, die Überprüfung der Verriegelungsbedingungen schrittweise vorzunehmen. In einem ersten solchen Schritt würden die gerätespezifischen Verriegelungsbedingungen geprüft. In einem zweiten Schritt würden die feldbezogenen Verriegelungsbedingungen geprüft. In eventuell mehreren weiteren Schritten würden z. B. sammelschienenabschnittsbezogene und schließlich gesamtschaltanlagenbezogene Verriegelungsbedingungen geprüft. Der Vorteil dieser Aufteilung liegt darin, daß jede Geräteeinheit nur bei der Prüfung der feldbezogenen Verriegelungsbedingungen für das eigene Schaltfeld alle einzelnen Informationen über den Zustand der Schaltgeräte ihres Schaltfeldes in die Prüfung einbeziehen muß. Das Ergebnis der Überwachung aller zum eigenen Schaltfeld gehörenden Schaltgeräteinformationen könnte zu einer Information

über den Schaltzustand des Schaltfeldes selbst verdichtet werden. Diese feldbezogene Information, die Auskunft gibt über Verfügbarkeit und Schaltzustand des Schaltfeldes mit Bezug auf die Sammelschiene, könnte in der gleichen Art und Weise wie die gerätebezogene Information allen anderen Geräteeinheiten mit Hilfe der Dienste des Datenübertragungsnetzwerkes ohne Zutun einer zentralen Instanz mitgeteilt werden. Die Prüfung der feldbezogenen Verriegelungsbedingungen könnte unter Verwendung nur dieser feldbezogenen Informationen durchgeführt werden. Der Vorteil hierbei liegt darin, daß die entsprechenden Verriegelungsbedingungen vom Umfang her kürzer und vom Inhalt her klarer und übersichtlicher formuliert und gespeichert werden können. Gleiches gilt für eventuell weitere Verfahrensschritte mit jeweiliger Verdichtung der feldbezogenen Information zu sammelschienenabschnittsbezogener Information bzw. noch höheren Verdichtungen bis hin zur gesamtschaltanlagenbezogenen Information. Das Prinzip des die Erfindung kennzeichnenden Verfahrens wird dadurch nicht verändert.

Die Doppelbetätigungssperre kann gegebenenfalls etwas differenzierter ausgestaltet werden. So kann es aus der betrieblichen Praxis heraus zweckmäßig sein, Schalthandlungen durchaus gleichzeitig ausführen zu lassen, wenn dabei jeweils Schaltgeräte geschaltet werden, die zu verschiedenen Schaltfeldern gehören, und diese nicht an die gleiche Sammelschiene geschaltet sind. Es dürfen dann sehr wohl zwei Geräteeinheiten gleichzeitig aktiv sein, wenn diese nur zu jeweils anderen Schaltfeldern gehören. Eine entsprechende Ausgestaltung der Verriegelungsbedingungen ist möglich. Das Prinzip des die Erfindung kennzeichnenden Verfahrens wird dadurch nicht verändert.

In den voranstehenden Erläuterungen des Verfahrens ist stets lediglich davon die Rede, daß Befehle zum Schalten eines Schaltgerätes den Geräteeinheiten "von außen" zugeführt werden. Es ist für das erläuterte Verfahren auch unerheblich, wie dieses geschieht. Eine zweckmäßige Ergänzung des bisher erläuterten Verfahrens wird hieran anschließend als weiteres Verfahren beschrieben.

Schaltbefehle werden von Steuerplätzen aus gegeben. Es ist heute üblich, solche Steuerplätze wie folgt zu unterscheiden: schaltgerätbezogene Einrichtungen, schaltfeldbezogene Einrichtungen, schaltanlagenbezogene Einrichtungen und dazu fernwirkende Einrichtungen. Letztere sind Einrichtungen in der Schaltanlage, die über Fernwirkleitungen Befehle z. B. von zentralen Netzleitstellen empfangen und umsetzen. Die schaltanlagenbezogene Einrichtung ist beispielsweise die Anlagenwarte im Betriebsgebäude. Schaltfeldbezogene Einrichtungen sind in der Regel im Steuerschrank untergebracht, von wo aus Schaltbefehle für alle Schalter eines Feldes gegeben werden können. Für jedes Feld gibt es jeweils einen eigenen Steuerschrank. Schaltgerätebezogene Einrichtungen schließlich sind solche Vorrichtungen, die an den Schaltgeräten selbst bzw. am Schalterantriebskasten die Möglichkeit bieten, das betreffende Schaltgerät unmittelbar mit einem Schaltbefehl zu beeinflussen.

Mindestens genauso wichtig, wie die Doppelbetätigungssperre, die gewährleisten soll, daß in der Schaltanlage oder auch nur in einem Sammelschienenabschnitt jeweils nur ein einziges Schaltgerät aktiv ist, d. h. ein Schaltbefehl befolgt wird, ist ein Verfahren, welches hier als Doppelzuteilungssperre bezeichnet wird. Die Doppelzuteilungssperre soll gewährleisten, daß in der

Schaltanlage jeweils nur ein einziger Steuerplatz aktiv ist und damit einen Schaltbefehl über das Netzwerk einer Geräteeinheit zuführen kann.

Jedem Steuerplatz in einer Schaltanlage wird eine Funktionseinheit zugeordnet, welche die Zuführung eines Befehles über das Netzwerk an eine durch den Befehl bestimmte Geräteeinheit als Aufgabe hat. Für das in der Zeichnung dargestellte Ausführungsbeispiel sind vier Steuerplätzen vier im Folgenden als Steuereinheit bezeichnete Funktionseinheiten zugeordnet. Diese Steuereinheiten sind in Fig. 2 mit 0.1 bis 0.4 bezeichnet. Ihre Zuordnung zu konkreten Steuerplätzen, beispielsweise der Anlagenwarte oder der Fernwirkeinrichtung oder einer anderen als Steuerplatz vorgesehenen Einrichtung ist für das Verfahren unerheblich.

Der Steuereinheit werden alle Signale zugeführt, die für das Erkennen des Zustandes des von ihr zu kontrollierenden Steuerplatzes notwendig sind. Sie ist die Instanz, welche den tatsächlichen Steuerplatzzustand aufgrund der ihr zugeführten diskreten elektrischen Signale von Signalgebern der ihr zugeordneten Einrichtungen erkennen und verarbeiten kann. Ihr werden gegebenenfalls auch diskrete elektrische Signale als Befehle zum Schalten von Schaltgeräten in der Schaltanlage zugeführt, wenn die Baueinheit, in welcher die Steuereinheit untergebracht ist, Signalgeber dazu vorsieht, z. B. Drucktaster für das Ein- und Ausschalten der Schaltgeräte. Ein Steuerplatz kann zusätzlich auch an Datenübertragungseinrichtungen angeschlossen sein und dann einen Teil seiner Zustandsinformation seiner Steuereinheit in anderer Weise als über diskrete elektrische Signale zuführen. Die Fernwirkeinrichtung ist ein Beispiel dafür.

Die Steuereinheit ist die Instanz, der von außen gegebenenfalls Schaltheitsverlangen für den ihr zugeordneten Steuerplatz zugeführt werden. Nur die Steuereinheit gibt Signale an den Steuerplatz ab, wenn dessen Zustand sich ändern soll, wenn er die Schaltheit zuteilt bekommt. Die Steuereinheit ist damit die Instanz, welche die Zuteilungsbedingungen beachten kann und muß, um Schaltheitsverlangen zuverlässig in Zuteilungen umsetzen zu können. Sie muß Schaltheitsverlangen zurückweisen, wenn eine entsprechende Zuteilung die Zuteilungsbedingungen verletzen würde. Beispiele für Signalgeber, über die ein Schaltheitsverlangen kundgetan werden kann, sind Schlüsselschalter in Schaltpulten oder -tafeln. Das Schaltheitsverlangen kann auch andersartig signalisiert werden, z. B. für die Fernwirkeinrichtung.

Die Aufgaben für die Steuereinheit 0.1 bis 0.4 sind, wie die Aufgaben für die Geräteeinheit, vielfältig und komplex. Es ist Stand der Technik, diese Aufgaben von Mikroprozessoren bearbeiten zu lassen, die wesentlicher Bestandteil dieser Funktionseinheit sind. Die zu beachtenden Zuteilungsbedingungen sind in Teilen des Speichers hinterlegt, die den Mikroprozessoren der Steuereinheit zugeordnet sind.

Zyklisch oder spontan wird der erkannte und gespeicherte Zustand des Steuerplatzes von der Steuereinheit mit Hilfe der Dienste eines Datenübertragungsnetzwerkes ohne Zutun irgend einer zentralen Instanz allen anderen an das Netzwerk angeschlossenen Steuereinheiten bekannt gemacht. Zweckmäßigerweise wird als Netzwerk dasjenige genutzt, das auch von den Geräteeinheiten zum Informationsaustausch untereinander genutzt wird. Wird ein Schaltheitsverlangen von außen der Steuereinheit zugeführt, müssen Zuteilungsbedingungen geprüft werden.

Die Aufgabe der Prüfung und Beachtung aller Zuteilungsbedingungen wird den einzelnen Steuereinheiten übertragen.

Wird ein Verlangen zur Zuteilung der Schaltheit an den Steuerplatz zugeführt, so werden die Zuteilungsbedingungen geprüft; Verlangen, die diesen zufolge unzulässig sind, werden zurückgewiesen.

Die Zuteilungsbedingungen werden den Bedürfnissen für den Betrieb einer Schaltanlage entsprechend festgelegt. Stets ist dabei zu beachten, daß für ein bestimmtes Schaltgerät, allgemeiner wohl für ein bestimmtes Schaltfeld, jeweils nur einer der möglichen Steuerplätze die Schaltheit zuteilt bekommt und besitzt. In der Regel dominiert hierbei das Schaltheitsverlangen eines näher am Schaltgerät bzw. am Schaltfeld verfügbaren Schaltplatzes dasjenige eines weiter entfernten, dem in diesem Fall die Schaltheit zugunsten des näheren Platzes entzogen wird. In jedem Fall ist Priorität und Dominanz im Sinne der Zuteilung von Schaltheit Bestandteil der Zuteilungsbedingungen, die identisch im zugreifbaren Speicher jeder Steuereinheit gespeichert sind.

Jede Steuereinheit ist eindeutig einem Steuerplatz in der Schaltanlage zugeordnet. Die in Fig. 2 mit 0.1 bis 0.4 bezeichneten Steuereinheiten tragen hier nur beispielhaft Bezeichnungen. Alle Steuereinheiten haben hier die Ordnungsziffer 0 vor dem Punkt und eine beliebige, aber eindeutige Ordnungsziffer nach dem Punkt.

Jede Steuereinheit muß jedoch ihre Zuordnung zu einem bestimmten Steuerplatz kennen, die Zuordnung anderer Steuereinheiten zu deren Steuerplätzen kennen, und dementsprechend die ihr über das Netzwerk mitgeteilten Informationen verwalten können.

Jede Steuereinheit kennt aus den ihr über das Netzwerk mitgeteilten Informationen den Zustand jedes anderen zur Schaltanlage gehörenden Steuerplatzes. Die Steuereinheit hat daher Zugriff auf diese in dem ihr zugeordneten Speicher hinterlegten Informationen. Sie kann gegebenenfalls die Zuteilungsbedingungen prüfen, da sie den Schaltheitszustand aller zur Schaltanlage gehörenden Steuerplätze kennt. Wären wegen der Zuführung eines Schaltheitsverlangens nur die Zuteilungsbedingungen zu beachten, könnte die Steuereinheit völlig autark arbeiten und ihr zugeführte Schaltheitsverlangen zuverlässig in eine Zuteilung der Schaltheit umsetzen oder gegebenenfalls zurückweisen.

Damit eine Steuereinheit das an sie gerichtete Schaltheitsverlangen des ihr zugeordneten Steuerplatzes auch tatsächlich sicher umsetzen kann, muß die Zuteilung der Schaltheit nicht nur zum Zeitpunkt der Prüfung den Zuteilungsbedingungen entsprechend erlaubt sein. Es muß darüberhinaus sichergestellt sein, daß sie auch erlaubt bleibt, bis der anfordernde Steuerplatz seine gewünschte Schaltheit erhalten und gemeldet hat. Schaltheitszuteilungen sollen deshalb zeitlich streng nacheinander vorgenommen werden. Die Mitteilung des jeweils aktuellen Schaltheitszustandes an die anderen Steuereinheiten ermöglicht zwar die Prüfung der Zuteilungsbedingungen, garantiert aber nicht, daß ein Schaltheitszustand, der das Senden von Befehlen zum Schalten von Schaltgeräten zuläßt, auch bis zum Abschluß einer Schalthandlung unverändert bleibt. Dies ist nur durch ein zusätzliches Verfahren sicherzustellen, welches hier als Doppelzuteilungssperre bezeichnet wird. Notwendig und hinreichend für dieses Verfahren ist, zugleich mit der Information über den Schaltheitszustand des Schaltplatzes auch eine Information über den Aktivierungszustand den anderen Steuereinheiten

zukommen zu lassen.

Eine Steuereinheit 0.1 bis 0.4 sei als "aktiv" bezeichnet von dem Zeitpunkt an, zu welchem sie ein ihr zugeführten Schaltheitsverlangen erkannt hat, bis zu dem Zeitpunkt, an welchem sie entweder den Entzug der Schaltheit für ihren Steuerplatz vollzogen hat, oder das Schaltheitsverlangen zurückgewiesen hat, weil es die Zuteilungsbedingungen verletzen würde. Zu jeder anderen Zeit sei die Steuereinheit als "passiv" bezeichnet. Die erforderliche Doppelzuteilungssperre ist dann wirksam, wenn zum Zeitpunkt der Zuteilung der Schaltheit durch die Steuereinheit nur diese allein aktiv ist, alle anderen Steuereinheiten der noch zur Schaltanlage gehörenden Steuerplätze aber passiv sind. Um dies zu erreichen, kann wie folgt verfahren werden:

Jede Steuereinheit teilt über das Netzwerk allen anderen Steuereinheiten beispielsweise jeweils zusammen mit der Information über den aktuellen Zustand des Steuerplatzes mit, ob sie gerade aktiv oder passiv ist. Ein Wechsel von passiv zu aktiv ist der Steuereinheit nur dann erlaubt, wenn zu diesem Zeitpunkt noch keine dominanter Steuereinheit aktiv gemeldet ist. Könnten die Informationsverarbeitung und die Datenübertragung ohne Zeitverbrauch stattfinden, wäre damit eine Doppelzuteilungssperre bereits verwirklicht. Da dies nicht möglich ist, muß Zusätzliches beachtet werden. Hat sich eine Steuereinheit nach dem Empfang eines Schaltbefehles aktiv gemeldet, weil sie damit die einzige oder die dominante aktive wäre, so darf sie die Zuteilung der Schaltheit erst dann vornehmen, wenn sie nach ihrer eigenen Meldung von allen anderen angeschlossenen Steuereinheiten wiederum gemeldet bekommen hat, daß keine andere aktiv ist, auch keine gleich oder weniger dominante Steuereinheit.

Die Zeit, die bis dahin vergeht, ist beim Einsatz heute bekannter Netzwerke so gering, daß diese Verfahrensweise keine merkliche Verzögerung einer Schaltheitszuteilung bedeutet. Es kann wegen der absoluten Autarkie der einzelnen Steuereinheiten dennoch vorkommen, daß eine sich aktiv meldende Steuereinheit von einer anderen Steuereinheit deren Aktivmeldung empfängt. Auch dieser Konfliktfall ist lösbar. In Schaltanlagen gibt es immer eine genau bekannte Anzahl von Steuerplätzen. Diese sind aus Gründen, die den Betrieb der Schaltanlage angehen, stets eindeutig identifiziert, genauso auch die Steuereinheiten als Endgeräte am Netzwerk. Es kann daher zweckmäßigerweise eine Prioritätsfolge vereinbart werden, so daß im Konfliktfalle die Steuereinheit mit der höheren Priorität aktiv bleiben und die Schaltheit zuteilen kann, während die andere das empfangene Schaltheitsverlangen jetzt zurückweisen muß und wieder passiv werden muß.

Die Zuteilungsbedingungen werden in der Regel eine Priorität und Dominanz gewisser Steuerplätze gegenüber anderen Steuerplätzen ausweisen. Das an eine Steuereinheit gerichtete Schaltheitsverlangen für einen im Sinne dieser Bedingungen zu bevorzugenden Steuerplatzes darf dann nicht einfach deshalb zurückgewiesen werden, weil ein anderer Steuerplatz die Schaltheit besitzt, d. h. dessen Steuereinheit aktiv ist. Die Schaltheit ist vielmehr diesem anderen Steuerplatz zu entziehen, so daß die zugehörige Steuereinheit passiv werden kann. Die Schaltheit ist einem Steuerplatz somit nicht nur dann zu entziehen, wenn das entsprechende Signal zurückgenommen wird, mit welchem das Schaltheitsverlangen kundgetan wurde, sondern unabhängig davon auch dann, wenn die Zuteilungsbedingungen dies zugunsten eines anderen Steuerplatzes vor-

schreiben. Dazu ist es ausreichend, daß jede Steuereinheit auch dann, wenn sie bereits aktiv ist, die Aktivmeldung einer anderen Steuereinheit registriert und daraufhin das für den Konfliktfall vorgesehene Verfahren zur Auflösung des Konfliktes befolgt. Dies heißt in einem solchen Fall, daß die bisher aktive Steuereinheit ihrem Steuerplatz die Schaltheit entziehen muß um sich daraufhin passiv zu melden, so daß die andere Steuereinheit als einzig aktive übrigbleibt. Natürlich darf ein solcher Entzug erst dann vollzogen werden, wenn ein eventuell gerade erteilter Befehl an ein Schaltgerät auch vollständig ausgeführt oder aber zurückgewiesen worden ist, d. h. nur dann, wenn keine Geräteeinheit aktiv ist. In einem solchen Fall kann die Zeit, die vergeht, bis aufgrund einer Schaltheitsanforderung auch die Zuteilung erfolgt, durchaus solange dauern, wie ein Schaltgerät zum Schalten benötigt.

Der Datenaustausch zwischen den Steuereinheiten zur gegenseitigen Information über den Zustand der Schaltplätze und über die Absicht, eine Schaltheit zuteilen, ist in einer Art und Weise zu organisieren, die sicherstellt, daß wirklich aktuelle Informationen zur Verfügung stehen. Es ist in diesem Zusammenhang unerheblich, ob die Datenübertragung in regelmäßigen zeitlichen Abständen (zyklisch) oder aber jeweils als Folge eines Ereignisses (spontan) erfolgt. Wichtig ist allein, daß eine Steuereinheit zu jeder Zeit sicher sein kann, von allen angeschlossenen anderen Steuereinheiten aktuelle Informationen zu besitzen. Dazu gilt das weiter vorne im Zusammenhang mit der Erläuterung des Verfahrens zum Schaltfehlerschutz und dessen Realisierung mit Hilfe der Geräteeinheiten schon ausgeführte sinngemäß auch für die Kommunikation der Steuereinheiten.

Es kann zweckmäßig sein, die Überprüfung der Zuteilungsbedingungen schrittweise vorzunehmen. Schaltanlagenbezogene Steuerplätze sind dem Stand der Technik entsprechend heute mit Einrichtungen ausgerüstet, die Mikroprozessoren, Bildschirme und Tastaturen umfassen. Sie können mittels gespeicherter Programme komplexe Verfahren befolgen.

Anstatt in einem Konfliktfall zwischen der Anlagenwarte als schaltanlagenbezogenem Steuerplatz und einem Steuerschrank für ein einzelnes Schaltfeld der Anlagenwarte die Schaltheit komplett zu entziehen, weil der näher gelegene Steuerschrank den Zuteilungsbedingungen gemäß die Dominanz hat, ist es in der betrieblichen Praxis erwünscht, dies nur partiell für eben dieses Schaltfeld zu tun. Durch eine entsprechende Ausgestaltung des Verfahrens und der Zuteilungsbedingungen ist dies auch realisierbar. Die Anlagenwarte als Steuerplatz wäre beispielsweise als Menge von Steuerplätzen für jeweils ein anderes Schaltfeld zu behandeln.

Die Zustandsinformation für die Anlagenwarte würde nach Schaltfeldern differenziert Schaltheitsinformationen beinhalten. Die anderen Schalteinheiten könnten anhand der in Teilen ihrer Speicher hinterlegten Zuteilungsbedingungen entsprechend auswerten und reagieren. Die Anlagenwarte bekäme die Schaltheit nicht pauschal zugeteilt, sondern selektiv jeweils für ein bestimmtes Schaltfeld. Gegebenenfalls kann eine solche Differenzierung auch bis zur Zuteilung der Schaltheit lediglich für ein einzelnes Schaltgerät ausgeweitet werden. Das Prinzip des die Erfindung kennzeichnenden Verfahrens wird dadurch nicht verändert.

Nur von einem aktiven Steuerplatz, der die Schaltheit besitzt, kann ein Befehl zum Steuern eines Schaltgerätes gegeben werden; ausgenommen sind lediglich

Steuersignale von Schutzgeräten für Leistungsschalter; die Zuführung der Befehle an die Schaltgeräte erfolgt zweckmäßig mit Hilfe der Dienste des Datenübertragungsnetzwerkes. Als Steuerplatz mit Schaltheit für einen Teil der Schaltanlage, etwa ein Schaltfeld, im Sinne der Ausführungen des voranstehenden Absatzes kann auch eine Einrichtung vorgesehen werden, die weit entfernt von der Schaltanlage ist, die nur über beispielsweise eine fernwirkende Einrichtung mit entsprechender Steuereinheit an das lokale Datenübertragungsnetzwerk der Schaltanlage angeschlossen ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum schaltfehlergeschützten Steuern von Schaltgeräten in Schaltfeldern einer Schaltanlage in einer elektrischen Energieverteilungsanlage,

— deren Schaltgeräten jeweils eine Geräteeinheit zugeordnet ist, in der der Zustand des Schaltgerätes aus den zugeführten Signalen der zu ihm gehörenden Signalgeber erkannt wird, und

— deren Geräteeinheiten über ein Datenübertragungsnetzwerk verbunden sind,

— wobei Mittel vorhanden sind, die — wenn ein Befehl zum Steuern eines Schaltgerätes zugeführt wird — prüfen, ob die Durchführung des Befehls aufgrund von geräte-, feld- und anlagenbezogenen Verriegelungsbedingungen zulässig ist, gekennzeichnet durch nachstehende weitere Verfahrensmerkmale:

a) der in den Geräteeinheiten erkannte Schaltgerätezustand wird zyklisch oder spontan mit Hilfe des Datenübertragungsnetzwerkes allen anderen Geräteeinheiten bekannt gemacht;

b) wird einer Geräteeinheit ein Befehl zum Steuern des zugehörigen Schaltgerätes zugeführt, so werden schrittweise die geräte-, feld- und anlagenbezogenen Verriegelungsbedingungen geprüft; der Befehl wird zurückgewiesen, wenn er diesen zufolge unzulässig ist;

c) wird ein Befehl als zulässig erkannt, nimmt die Geräteeinheit einen Aktivzustand ein, der allen anderen Geräteteilen mitgeteilt wird;

d) anhand der danach von allen Geräteeinheiten empfangenen Informationen wird in den aktiven Geräteeinheiten geprüft, ob wenigstens eine zweite Geräteeinheit aktiv ist;

e) anschließend wird in den aktiven Geräteeinheiten geprüft, ob der anstehende Befehl aufgrund gespeicherter Doppel-Betätigungs-Bedingungen zulässig ist;

f) in Geräteeinheiten mit jeweils zugehörigem Schaltgerät, in denen der anstehende Schaltbefehl gemäß dem Prüfungsergebnis zulässig ist, wird der Schaltbefehl ausgeführt, und die Geräteeinheit verläßt nach erkannter Ausführung den Aktivzustand;

g) falls ein Konfliktfall vorliegt, wird in jeder aktiven Geräteeinheit anhand gespeicherter Informationen geprüft, ob sie im gegebenen Fall Priorität hat; in der Geräteeinheit mit Priorität wird der Schaltbefehl ausgeführt; die anderen aktiven Geräteeinheiten weisen Schaltbefehle zurück und verlassen den Aktivzustand;

h) das Verlassen des Aktivzustandes einer Ge-

räteeinheit wird wie das Einnehmen dieses Zustandes allen anderen Geräteeinheiten mitgeteilt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, ergänzt durch ein Verfahren zur fehlergeschützten Schaltheitszuteilung an Steuerplätze der Schaltanlage,

— deren Steuerplätzen jeweils eine Steuereinheit zugeordnet ist, in der der Zustand des Steuerplatzes aus den zugeführten Signalen der zu ihm gehörenden Signalgeber erkannt wird, und

— deren Steuereinheiten über ein Datenübertragungsnetzwerk verbunden sind, die — wenn ein Schaltheitsverlangen dem Steuerplatz zugeführt wird — prüfen, ob die Zuteilung der Steuerhoheit aufgrund von Zuteilungsbedingungen zulässig ist, gekennzeichnet durch nachstehende weitere Verfahrensmerkmale:

a) der in der Steuereinheit erkannte Steuerplatzzustand wird zyklisch oder spontan mit Hilfe des Datenübertragungsnetzwerkes allen anderen Steuerplätzen bekanntgemacht;

b) wird einer Steuereinheit ein Schaltheitsverlangen zugeführt, so werden schrittweise die platz-, feld- und anlagenbezogenen Zuteilungsbedingungen geprüft; das Schaltheitsverlangen wird zurückgewiesen, wenn es diesen zufolge unzulässig ist;

c) wird ein Schaltheitsverlangen als zulässig erkannt, nimmt die Steuereinheit einen Aktivzustand ein, der allen anderen Steuereinheiten mitgeteilt wird;

d) anhand der danach von allen Steuereinheiten empfangenen Informationen wird in den aktiven Steuereinheiten geprüft, ob wenigstens eine zweite Steuereinheit aktiv ist;

e) anschließend wird in den aktiven Steuereinheiten geprüft, ob das anstehende Schaltheitsverlangen aufgrund gespeicherter Doppelzuteilungsbedingungen zulässig ist;

f) in Steuereinheiten mit jeweils zugehörigem Steuerplatz, in denen das anstehende Schaltheitsverlangen gemäß dem Prüfungsergebnis zulässig ist, wird dem Steuerplatz die Schaltheit zugeteilt, und die Steuereinheit bleibt solange im Aktivzustand bis das Schaltheitsverlangen zurückgenommen oder entzogen wird, woraufhin sie den Aktivzustand verläßt;

g) falls ein Konfliktfall vorliegt, wird in jeder aktiven Steuereinheit anhand gespeicherter Informationen geprüft, ob sie im gegebenen Fall Priorität hat; in der Steuereinheit mit Priorität wird solange gewartet bis alle anderen aktiven Steuereinheiten ihren Aktivzustand verlassen haben, so daß das Verfahrensmerkmal f) mit zulässigem Schaltheitsverlangen zutrifft; in den anderen aktiven Steuereinheiten wird das Schaltheitsverlangen zurückgewiesen oder dem Steuerplatz die Schaltheit sobald zulässig entzogen und der Aktivzustand verlassen;

h) das Verlassen des Aktivzustandes einer Steuereinheit wird wie das Einnehmen dieses Zustandes allen anderen Steuereinheiten mitgeteilt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet

net durch folgendes Merkmal:

In die Gesamtheit aller Bedingungen, die zur Entscheidung darüber, ob ein Befehl bzw. ein Schalthoheitsverlangen zulässig ist, geprüft werden, sind Bedingungen aufgenommen, die ein vorherbestimmtes Verhalten auch dann sicherstellen, wenn von einzelnen Schaltgeräten oder Steuerplätzen der Schaltanlage

- a) zu irgend einer Zeit keine Information mehr über ihren Zustand empfangen wird, oder
- b) solche Information nach einer Unterbrechung wieder oder auch erstmals empfangen wird.

4. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- a) jedem Schaltgerät (Q, z. B. Q15) in Feldern (1 bis 5) einer Schaltanlage ist eine als Geräteeinheit (1.15 bis 5.21) bezeichnete Funktionseinheit zugeordnet, der alle Signale zugeführt sind, die für das Erkennen des Zustandes dieses Schaltgerätes (Q) notwendig sind (z. B. Signale des Schaltgeräts Q15 in Feld 1 der Geräteeinheit 1.15);
- b) jedem Steuerplatz (z. B. der lokalen Warte) einer Schaltanlage ist eine als Steuereinheit (0.1 bis 0.4) bezeichnete Funktionseinheit zugeordnet, der alle Signale zugeführt sind, die für das Erkennen des Zustandes dieses Steuerplatzes notwendig sind (Signale der lokalen Warte sind beispielsweise der Steuereinheit 0.1 zugeführt);
- c) alle Einheiten (0.1 bis 0.4 und 1.15 bis 5.21) sind über jeweils einen eigenen Datenübertragungskanal an ein Datenübertragungsnetzwerk (N) angeschlossen, welches einen Datenaustausch zwischen ihnen jederzeit ermöglicht;
- d) jede solche Einheit (0.1 bis 0.4 und 1.15 bis 5.21) enthält Mittel (z. B. Sende-Empfangseinrichtungen und einen Mikroprozessor mit Datenspeicher), mit deren Hilfe sie alle anderen Einheiten (0.1 bis 0.4 und 1.15 bis 5.21) stets über den aktuellen Zustand ihres Schaltgerätes (Q) beziehungsweise ihres Steuerplatzes informiert, indem sie entsprechende Nachrichten in das Netzwerk (N) sendet; die Mittel ermöglichen es jeder Einheit sich selbst über den aktuellen Zustand der anderen Schaltgeräte oder Steuerplätze zu informieren, indem sie die entsprechenden Nachrichten der anderen aus dem Netzwerk empfängt und auswertet;
- e) jede Geräteeinheit (1.15 bis 5.21) enthält Mittel zur Erkennung ihrer eigenen gerätebezogenen Verriegelungsbedingungen, der feldbezogenen und der anlagenbezogenen Verriegelungsbedingungen;
- f) jede Steuereinheit (0.1 bis 0.4) enthält Mittel zur Erkennung ihrer eigenen platzbezogenen Zuteilungsbedingungen, der feldbezogenen und der anlagenbezogenen Zuteilungsbedingungen.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß jede Geräteeinheit (1.15 bis 5.21) und jede Steuereinheit (0.1 bis 0.4) außerdem Mittel zur Speicherung und Berücksichtigung von zusätzlichen Bedingungen hat, mit denen eine Doppelbetätigung bzw. Doppelzuteilung verhindert wird, mit

denen auf die Unterbrechung des Nachrichtenflusses von einer anderen Einheit (1.15 bis 5.21 bzw. 0.1 bis 0.4) reagiert wird und mit denen das erstmalige Empfangen der Informationen einer anderen Einheit behandelt wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

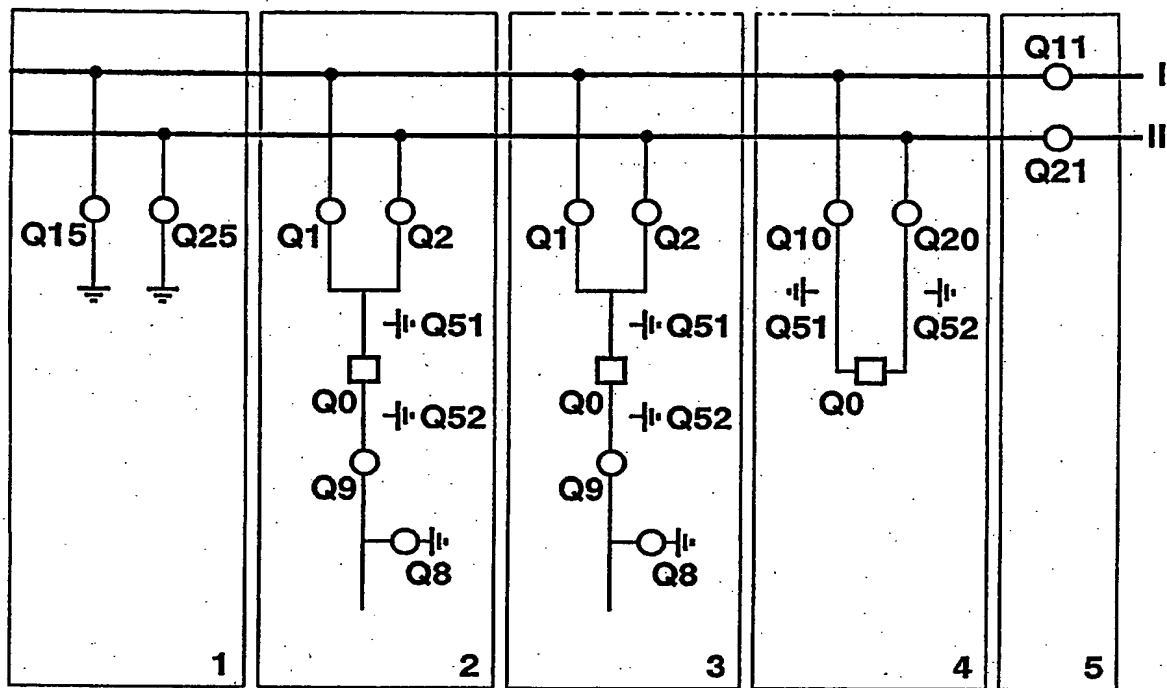


FIG 1

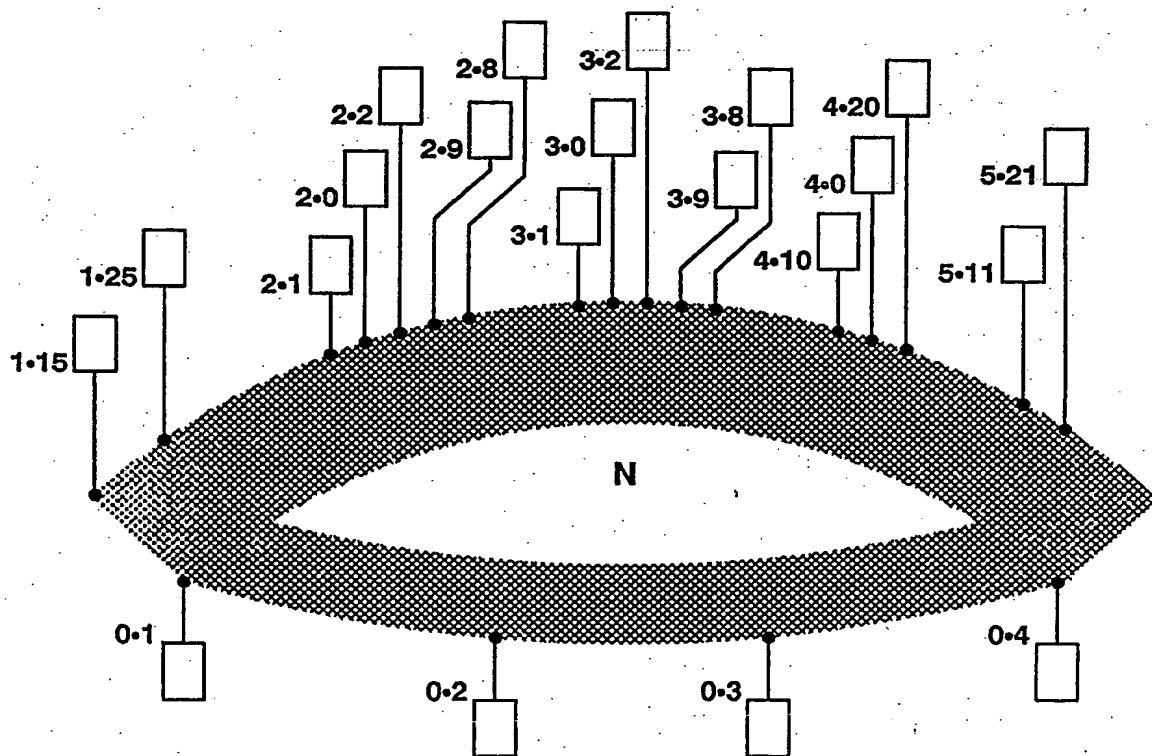


FIG 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.